

江苏宝华山自然保护区紫楠群落基本特征

钮峥洋^{1,2}, 张晓晨^{1,2}, 祁奇^{1,2}, 郝连连^{1,2}, 陈昕^{1,2}

(1. 南京林业大学 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037; 2. 南京林业大学 生物与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 基于 10 个 20 m × 20 m 的样方, 对江苏宝华山重要森林组成树种紫楠 *Phoebe sheareri* 群落的基本特征进行了调查与分析。结果表明: ①该群落共有维管植物 59 科 100 属 120 种, 其中被子植物 55 科 95 属 115 种, 蕨类植物 4 科 5 属 5 种; 样地内种子植物区系类型在属的层面上以温带成分占优势, 具有亚热带向暖温带过渡的特征。②群落垂直结构明显, 乔木层以紫楠, 枫香树 *Liquidambar formosana*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 建始槭 *Acer henryi* 和红柴枝 *Meliosma oldhamii* 为主要优势种, 其重要值依次为: 29.69, 10.34, 8.61, 7.83 和 6.12; 灌木层仍以紫楠为主要优势种, 重要值为 34.00; 草本层以安徽碎米荠 *Cardamine anhuiensis* 为第一优势种, 重要值为 10.52。③群落各频度级分布规律为 A>B>E>D>C(A 级种频度比例最小, 一般指群落偶见种或稀有种, E 级种频度比例最大, 一般指群落优势种或建群种, B, C, D 级为物种在不同频度区间的分布情况), 表明群落较为稳定; 由优势种群的年龄结构分析可见, 常绿树种紫楠、青冈属增长型种群, 落叶的枫香树、红柴枝为衰退型种群, 建始槭为稳定型种群, 表明该群落正处于发展中期。④由群落物种多样性指数可见群落整体的物种多样性水平较高, 但功能多样性指数偏低, 单寡种占据群落较大的生态位, 群落内各物种对于全部资源利用率较低。综合分析结果显示: 紫楠群落暂时表现稳定, 但优势种群的种内竞争加剧了环境资源的压力, 宜适当择伐群落内弱势个体并加强群落的就地保护。图 4 表 3 参 26

关键词: 森林生态学; 紫楠; 群落特征; 物种多样性; 江苏宝华山

中图分类号: S718.54 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2019)06-1134-08

Phoebe sheareri community in the Jiangsu Baohuashan Nature Reserve

NIU Zhengyang^{1,2}, ZHANG Xiaochen^{1,2}, QI Qi^{1,2}, XI Lianlian^{1,2}, CHEN Xin^{1,2}

(1. Co-Innovation Center for the Sustainable Forestry in Southern China, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: In order to protect local ecological resources contrapuntally, an important forest composition tree species *Phoebe sheareri*, its basic community characteristics was determined. Ten 20 m × 20 m plots were delineated on the northern slope of Baohuashan in Jiangsu Province by the sampling method and then studied using plant community characteristics and diversity analysis. Results of this community showed that there were 120 species of vascular plants belonging to 100 genera of 59 families including 115 species of angiosperms belonging to 95 genera of 55 families and 5 species of pteridophytes belonging to 5 genera of 4 families. The floristic types of seed plants in the sample plots were dominant at the level of genera with the obvious characteristics of transition from subtropical to warm temperate components. Vertical structure of the community was clear, and the dominant species with their importance values were *P. sheareri* (29.69), *Liquidambar formosana*

收稿日期: 2018-12-18; 修回日期: 2019-04-12

基金项目: 江苏省林业局“绿色江苏”项目(164108402); 第 2 次全国重点保护野生植物资源调查专项资金项目(031010251)

作者简介: 钮峥洋, 从事植物群落学研究。E-mail: 441332655@qq.com。通信作者: 陈昕, 教授, 从事植物分类学研究。E-mail: chenxinzhou@hotmail.com

(10.34), *Cyclobalanopsis glauca* (8.61), *Acer henryi* (7.83), and *Meliosma oldhamii* (6.12). The dominant species in the shrub layer was *P. shearerii*, with an importance value of 34.00, and the dominant species in the herb layer was *Cardamine anhuiensis* with an importance value of 10.52. Distribution regularity of each frequency class for the community was $A > B > E > D > C$ indicating a relatively stable community. Age structure analysis of the dominant population, showed that the evergreen species *P. shearerii* and *C. glauca* were growth-type populations, deciduous *L. formosana* and *M. oldhamii* were decline-type populations, and *C. glauca* was a stable-type population indicating that the community was in the middle stages of development. Community diversity indexes revealed an overall high level of community species diversity, but a low functional diversity. Single species occupied the larger niche of the community, and the effective resource utilization rate of each species in the community was low. Thus, the *P. shearerii* community was temporarily stable, but intra-species competition of dominant populations could subsequently aggravate pressure on environmental resources making it advisable to fell the disadvantaged trees and strengthen in-situ protection of the community. [Ch, 4 fig. 3 tab. 26 ref.]

Key words: forest ecology; *Phoebe shearerii*; community characteristics; species diversity; Baohuashan of Jiangsu

紫楠 *Phoebe shearerii* 为樟科 Lauraceae 楠属 *Phoebe* 常绿乔木, 是常绿、落叶阔叶混交林中的重要组成树种, 在中国多分布于长江流域以南地区, 生长于海拔 1 000 m 以下的山谷、山洼及阴坡等地, 为樟科较为耐荫的类群。同时, 该物种还是珍贵的材用、药用和观赏树种^[1]。紫楠因其综合应用价值高而受到国内外学者的广泛关注, 但研究大多都集中在其生理生化特性和亲缘关系鉴定上, 自然群落方面的研究报道较少^[2-4]。宝华山自然保护区地处北亚热带中部, 保存有典型的地带性常绿、落叶阔叶混交林, 紫楠是其重要的建群种之一。宝华山植物资源、优势种群和群落学方面的关注度较高^[5-7], 但关于紫楠仅见其林分空间结构的研究^[8]。本研究拟通过调查宝华山紫楠群落的典型样方, 分析其现有群落结构的基本特征, 以便更好地保护北亚热带山地的自然群落, 为该地种质资源的开发与利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

宝华山省级自然保护区位于江苏省句容市, 地处宁镇山脉中段, 地理坐标为 $31^{\circ}37' \sim 32^{\circ}19' N$, $118^{\circ}58' \sim 119^{\circ}58' E$ 。最高海拔 437.2 m; 全年降水量 1 018.6 mm, 无霜期 238.0 d, 日照时数 2 113.0 h; 年平均气温 $15.4^{\circ} C$, 极端最低气温 $-13.0^{\circ} C$, 极端最高气温 $40.5^{\circ} C$ 。属北亚热带季风湿润气候, 夏季暖热潮湿, 冬季寒冷干燥, 四季分明。土壤为黄棕壤。植被类型为常绿、落叶阔叶混交林。

1.2 样地设置

于宝华山自然植被保存较好的北坡 ($32^{\circ}13' N$, $119^{\circ}08' E$), 设置 10 个 $20 m \times 20 m$ 的样方, 总面积为 $4\ 000 m^2$; 将每个样方划分成 4 个 $10 m \times 10 m$ 的小样方, 每个小样方中设置 5 个 $2 m \times 2 m$ 的样方进行灌木调查, 并在 $2 m \times 2 m$ 的样方中设置 5 个 $1 m \times 1 m$ 的小样方调查草本层植物。采用“每木检尺法”记录胸径 $\geq 1 cm$ 树种的种名, 胸径, 高度和冠幅; 灌木层记录树种(含所有乔木的幼树及幼苗)的种名、高度和冠幅; 草本层记录植物种名、多度、平均高度和盖度; 藤本植物记录种名、株数及盖度^[9]。确定样地中每个物种的功能性状, 包括高度、盖度、生长型、传粉方式、叶片类型、果实类型、开花期、开花时长、果熟期、果熟时长共 10 个性状^[10]。

1.3 数据分析

各项群落特征指数的计算: 参照《中国种子植物属的分布区类型》的划分方法^[11], 对群落内种子植物属的分布区类型进行统计; 参照《植物群落学实验手册》计算群落优势种的重要值 (V_1)^[12], 计算公式为: 乔木层重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对优势度) / 3; 灌木、草本层重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3; 频度是指群落中某种植物出现的样方数占整个样方数的百分比。根据 Raunkiaer 频度级分布^[13], 将频度在 1%~20% 的植物种类列为 A 级, 21%~40% 的列为 B 级, 41%~60% 的列为 C 级, 61%~80% 的列为 D 级, 80%~100% 的列为 E 级。对群落内各物种的频度进行统计与分析; 以立木级代替年龄级对

种群年龄结构进行分析^[14]。设置5个立木级：Ⅰ级幼苗树高<33 cm；Ⅱ级幼树树高≥33 cm，胸径<2.5 cm；Ⅲ级幼树胸径为2.5~7.5 cm；Ⅳ级立木胸径为7.5~22.5 cm；Ⅴ级大树胸径>22.5 cm；采用Margalef指数(d_{Mk})，Shannon-Wiener指数(H_e')，Simpson指数(D)，Pielou指数(J_e)研究群落的物种多样性^[15]；采用功能丰富度指数(R_{cs})、功能均匀度指数(E_{ve})、功能分歧度指数(D_{iv})研究群落的功能多样性^[16]。

用Excel 2007及Origin Pro 8.0软件对各项指数进行综合分析。

2 结果与分析

2.1 群落组成和结构分析

2.1.1 群落物种组成及地理成分分析 调查结果(表1)显示：在10个样方中共有野生维管植物59科100属120种，其中，被子植物有55科95属115种，蕨类植物有4科5属5种。含10种以上的科为百合科Liliaceae(8属10种)，含5~9种以上的科有3科，分别为蔷薇科Rosaceae(5属7种)、榆科Ulmaceae(4属5种)、壳斗科Fagaceae(3属5种)。含3~4种的科有12科，共41种；含2种以下的科有43科，共52种。宝华山紫楠群落种子植物属的分布区类型统计结果(表2)显示：在属水平上，该群落种子植物可划分为11个分布类型和5个亚类型。其中，世界分布型有9属，占群落种子植物总属数的9.47%，主要有紫苏属*Perilla*，悬钩子属*Rubus*，碎米荠属*Cardamine*等；温带成分有50属，占群落种子植物总属数(不包括世界分布型，下同)的58.14%，其中北温带分布型所占比例最高，达24.42%，主要有槭属*Acer*，栎属*Quercus*，黄精属*Polygonatum*等；热带亚热带成分有33属，占群落种子植物总属数的38.37%，主要有卫矛属*Euonymus*，菝葜属*Smilax*，大戟属*Euphorbia*等；中国特有分布属有3属，占群落种子植物总属数的3.49%，分别为山拐枣属*Poliiothyraxis*，牛鼻栓属*Fortunearia*和明党参属*Changiium*。

表1 江苏宝华山紫楠群落物种数量统计结果

Table 1 Statistical results of species quantity of *Phoebe sheareri* community in Baohua Mountain of Jiangsu Province

分级	科		属		种	
	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%
含10种及以上	1	1.69	8	8.00	10	8.33
含5~9种	3	5.08	12	12.00	17	14.17
含3~4种	12	20.34	32	32.00	41	34.17
含2种及以下	43	72.88	48	48.00	52	43.33
总计	59	100.00	100	100.00	120	100.00

上，该群落种子植物可划分为11个分布类型和5个亚类型。其中，世界分布型有9属，占群落种子植物总属数的9.47%，主要有紫苏属*Perilla*，悬钩子属*Rubus*，碎米荠属*Cardamine*等；温带成分有50属，占群落种子植物总属数(不包括世界分布型，下同)的58.14%，其中北温带分布型所占比例最高，达24.42%，主要有槭属*Acer*，栎属*Quercus*，黄精属*Polygonatum*等；热带亚热带成分有33属，占群落种子植物总属数的38.37%，主要有卫矛属*Euonymus*，菝葜属*Smilax*，大戟属*Euphorbia*等；中国特有分布属有3属，占群落种子植物总属数的3.49%，分别为山拐枣属*Poliiothyraxis*，牛鼻栓属*Fortunearia*和明党参属*Changiium*。

表2 宝华山紫楠群落种子植物科属的区系成分分析

Table 2 Analysis of floristic components of seed plants families and genera in *Phoebe sheareri* community in Baohua Mountain

分布区类型和亚类型	属的分布类型		分布区类型和亚类型	属的分布类型	
	属数	占比/%		属数	占比/%
1 世界分布	9	9.47	9 东亚和北美洲间断分布	12	13.95
2 泛热带分布	17	19.77	10 旧世界温带分布	1	1.16
2-1 热带亚洲、大洋洲和南美洲(墨西哥)间断	1	1.16	10-1 地中海区、西亚和东亚间断	2	2.33
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	3	3.49	14 东亚分布	6	6.98
4 旧世界热带分布	3	3.49	14-1 中国—喜马拉雅分布	1	1.16
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	5	5.81	14-2 中国日本分布	6	6.98
7 热带亚洲(印度—马来西亚)	4	4.65	15 中国特有	3	3.49
8 北温带	21	24.42	合计	86	100.00
8-4 北温带和南温带(全温带)间断	1	1.16			

2.1.2 群落结构分析 群落内垂直结构层次清晰，可分为乔木层、灌木层、草本层3个层次。其中乔木层可划分为3个亚层，第1亚层高18~25 m，主要为朴树*Celtis sinensis*，琅琊榆*Ulmus chenmoui*，宝华玉兰*Magnolia zenii*，枫香树*Liquidambar formosana*。第2亚层高10~17 m，主要为红柴枝*Meliosma oldhamii*，胡桃楸*Juglans mandshurica*，枫香树，宝华玉兰，五角枫*Acer pictum* subsp. *mono*。第3亚层高5~9 m，植物种类较为丰富，主要为紫楠，建始槭*Acer henryi*，青冈*Cyclobalanopsis glauca*，枳椇*Hovenia acerba*和多花泡花树*Meliosma myriantha*。灌木层高0.3~5.0 m，主要为紫楠幼苗，其他还有油茶*Camellia oleifera*和红脉钓樟*Lindera rubronervia*以及一些建始槭、青冈的乔木层幼树。草本层物种丰

富，共有 52 种植物，多为北亚热带山地常见种，如安徽碎米荠 *Cardamine anhuiensis*，贯众 *Cyrtomium fortunei*，钩腺大戟 *Euphorbia sieboldiana*，沿阶草 *Ophiopogon bodinieri* 和活血丹 *Glechoma longituba* 等。层间植物比较发达，较粗胸径可达 28 cm，高度可达 16 m。主要为络石 *Trachelospermum jasminoides*，山葡萄 *Vitis amurensis*，刺葡萄 *Vitis davidii* 和清风藤 *Sabia japonica* 等。

2.1.3 群落优势种分析 群落优势种(重要值大于 3.00)的统计结果(表 3)显示：乔木层主要种类有 10 种，紫楠在群落中处于主导地位，重要值为 29.69，其后依次为枫香树、青冈、建始槭、红柴枝、胡桃楸、琅琊榆、宝华玉兰、枳椇、朴树，重要值依次为 10.34，8.61，7.83，6.12，4.25，3.89，3.29，3.28，3.12。灌木层主要种类有 6 种，其中紫楠幼苗(幼树)的重要值最大，为 34.00，其后依次为建始槭，油茶，青冈，老鸦柿 *Diospyros rhombifolia* 和红脉钓樟，重要值依次为 21.92，5.56，4.68，3.82 和 3.28。草本层主要种类有 13 种，重要值第 1 位的为安徽碎米荠，为 10.52。其后依次为贯众，钩腺大戟，沿阶草，活血丹，求米草 *Oplismenus undulatifolius*，阔叶山麦冬 *Liriope platyphylla* 和中国石蒜 *Lycoris chinensis* 等植物，重要值均在 6.00 以上，是草本层的优势种。

表 3 宝华山紫楠群落主要乔灌草层主要植物重要值

Table 3 Characteristics of the major plants for arbor-shrub-herb layer of the *Phoebe sheareri* community in Baohua Mountain

层次	序号	树种	相对频度/%	相对密度(多度)/%	相对优势度(盖度)/%	重要值	层次	序号	树种	相对频度/%	相对密度(多度)/%	相对优势度(盖度)/%	重要值	
乔木层	1	紫楠	8.62	60.45	20.01	29.69	灌木层	6	红脉钓樟	2.73	1.09	6.03	3.28	
	2	枫香树	8.62	2.64	19.74	10.34		草本层	1	安徽碎米荠	7.83	11.04	12.71	10.52
	3	青冈	7.76	10.73	7.34	8.61			2	贯众	6.96	10.37	10.80	9.37
	4	建始槭	7.76	8.92	6.80	7.83			3	钩腺大戟	6.09	7.73	7.86	7.23
	5	红柴枝	7.76	2.89	7.73	6.12			4	沿阶草	7.83	6.51	6.92	7.09
	6	胡桃楸	3.45	1.40	7.90	4.25			5	活血丹	6.09	8.09	6.67	6.95
	7	琅琊榆	6.90	1.65	3.13	3.89			6	求米草	6.09	7.09	6.89	6.69
	8	宝华玉兰	3.45	0.41	6.00	3.29			7	阔叶山麦冬	8.70	5.29	6.01	6.66
	9	枳椇	6.90	0.99	1.96	3.28			8	中国石蒜	5.22	7.39	6.47	6.36
	10	朴树	4.31	0.50	4.56	3.12			9	淡竹叶	6.09	6.13	5.07	5.76
灌木层	1	紫楠	9.09	56.70	36.22	34.00	10		野芝麻	5.22	3.09	5.64	4.65	
	2	油茶	8.18	9.74	47.83	21.92	11		万年青	3.48	4.07	5.30	4.28	
	3	建始槭	8.18	7.60	0.90	5.56	12		梓木草	4.35	4.14	3.11	3.87	
	4	青冈	7.27	6.13	0.64	4.68	13		火炭母	4.35	3.72	2.68	3.58	
	5	老鸦柿	8.18	2.85	0.42	3.82								

说明：淡竹叶 *Lophatherum gracile*，野芝麻 *Lamium barbatum*，万年青 *Rohdea japonica*，梓木草 *Lithospermum zollingeri*，火炭母 *Polygonum chinense*

2.2 群落物种频度分析

根据 Raunkiaer 频度指数的划分，对紫楠群落内物种频度进行统计，结果显示(图 1)：A 级种频度所占比例最大，为 44.17%，B 级占 21.67%，C 级占 9.17%，D 级占 10.83%，E 级占 14.83%。5 个频度等级排序为 A>B>E>D>C，这与 Raunkiaer 频度指数的趋势(A>B>C>D<E)大致相同，但 B 级种数量比 E 级种高，D 级种数量比 C 级种高，说明群落中偶见种的分布存有拓宽趋势。

2.3 优势种群年龄结构分析

选取重要值大于 5.00 的乔木层优势种进行年龄结构分析，结果显示(图 2)：枫香树种群中 V 级立木最多，同时有一定比例的 IV 级和 III 级立木，但无 II 级立木，老树衰亡过程中会因为无幼树补充而退出群落。红柴枝种群中 III 级、IV 级和 V 级立木较多，处于发展成熟期，但幼树数量不多易被其他种群替代。建始槭种群中 II 级、III 级和 IV 级立木数量较为均匀，会在一定时间内保持稳定。紫楠种群中 II 级立木占绝对优势，有少量 III 级和 IV 级立木但无 V 级立木，该种群可能在未来的发展中逐渐占据群落的主导地位。青冈种群中 II 级立木最多，III 级略少，IV 级和 V 级立木也有少量分布，该种群在今后的群落竞争

中对紫楠种群的优势地位影响最大。综上所述,枫香树、红柴枝的种群年龄结构为倒金字塔型,属于衰退型种群;建始槭的种群年龄结构为钟型,属于稳定型种群;紫楠、青冈的种群年龄结构为正金字塔型,属于增长型种群。从各物种种群年龄结构综合情况来看,群落整体处于生长中期。

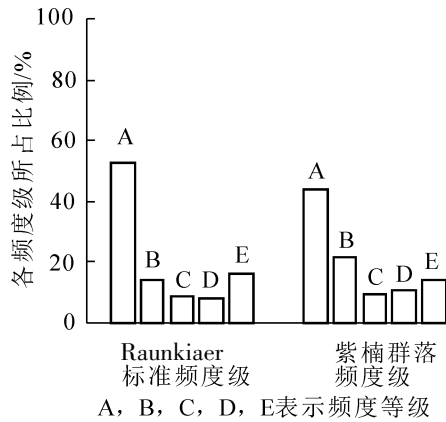


图1 宝华山紫楠群落的频度级与 Raunkiaer 标准频度级对比分析

Figure 1 Comparison analysis between frequency of Raunkiaer and *Phoebe shearer* community in Baohua Mountain

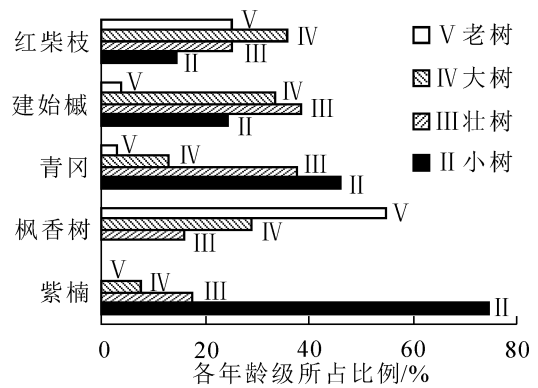


图2 宝华山紫楠群落乔木层主要优势种群年龄级结构示意图

Figure 2 Age structure of the tree layer dominant species of *Phoebe shearer* community in Baohua Mountain

2.4 群落物种和功能多样性分析

群落物种多样性指数显示(图3): Margalef 指数从大到小整体表现为草本层、乔木层、灌木层; Simpson 指数除第6样方从大到小为草本层、乔木层、灌木层,其余样方表现为草本层、灌木层、乔木层; Shannon-Wiener 指数除第6样方和第8样方从大到小表现为草本层、乔木层、灌木层,其余样方表现为草本层、灌木层、乔木层; Pielou 指数除第6样方从大到小表现为草本层、乔木层、灌木层,其余样方表现为草本层、灌木层、乔木层。由此可见,紫楠群落上层优势度明显,草本层物种丰富,整体多样性水平较高。

群落功能多样性指数显示(图4): 各样方功能丰富度指数差异显著,第10样方功能丰富度指数最

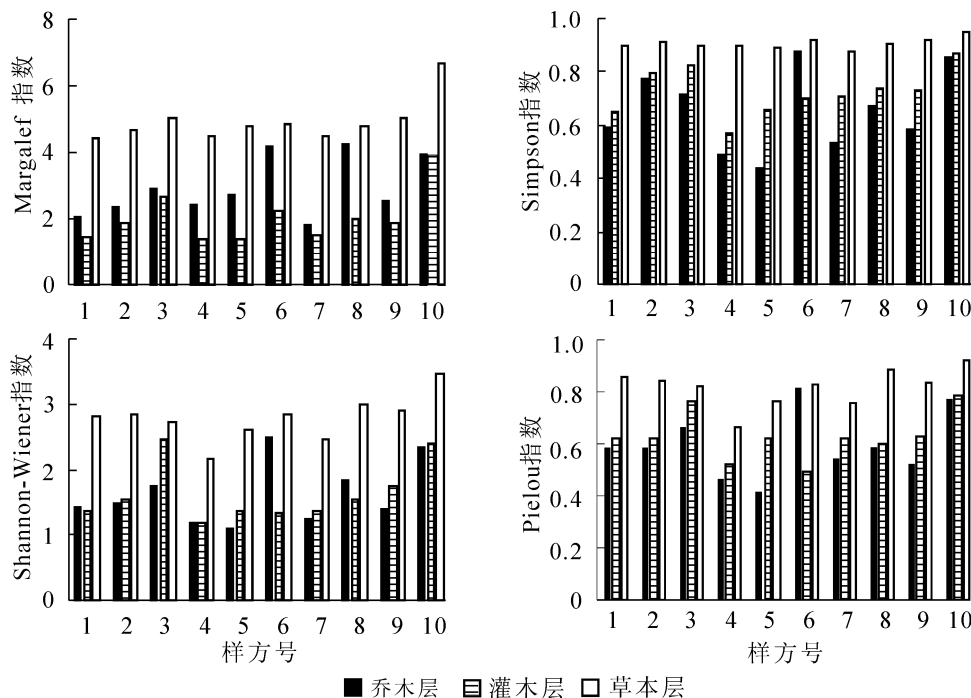


图3 宝华山紫楠群落物种丰富度、物种多样性、物种均匀度特征

Figure 3 Characteristics of richness of species, diversity, evenness in the *Phoebe shearer* community in Baohua Mountain

高($R_{ci} = 1.564$), 第 4 样方功能丰富度指数最低($R_{ci} = 0.369$); 功能均匀度指数差异不显著, 第 1 样方功能均匀度指数最高($E_{ve} = 0.479$), 第 5 样方功能均匀度指数最低($R_{ci} = 0.397$), 10 个样方数值均为 0.4~0.5; 功能分歧度指数差异不显著, 第 9 样方和第 10 样方功能分歧度指数最高($D_{iv} = 0.635$), 第 3 样方功能分歧度指数最低($D_{iv}=0.593$), 10 个样方数值均在 0.6 左右波动。这说明紫楠群落各物种间性状相似性较高, 但功能差异不显著。

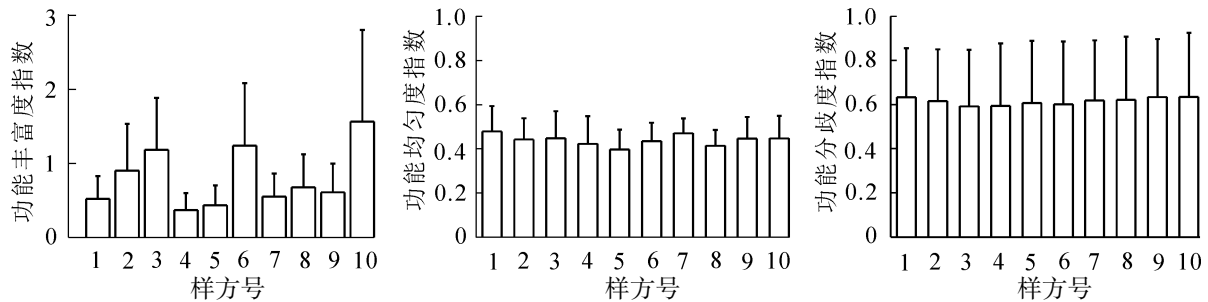


图 4 宝华山紫楠群落功能丰富度、功能均匀度、功能分歧度指数

Figure 4 Functional richness, functional uniformity and functional divergence index in the *Phoebe sheareri* community in Baohua Mountain

3 结论与讨论

从宝华山紫楠群落的物种组成和群落结构来看, 该区域物种丰富, 壳斗科、榆科、樟科、百合科、禾本科 Graminae 占主要优势, 并且存在许多珍稀植物亟待保护, 如宝华玉兰、琅琊榆、糯米椴 *Tilia henryana* var. *subglabra* 等^[17]。群落结构层次分明, 乔木层高大粗壮, 多为成年大树; 灌木层主要为油茶及一些乔木层幼苗; 草本层种间密度小, 分布广阔。这些特征均反映出宝华山国家森林公园植被历史的古老性, 同之前对宁镇山脉南支蕨类植物群落的调查结果相似^[18]。该地种子植物区系成分复杂, 具有热带的亲缘性和温带特征, 表现出亚热带向暖温带过渡的性质。这与宝华山毗邻北亚热带北界的地理位置有关, 属于江苏省森林群落的典型区系^[19-20]。紫楠为群落建群种, 伴生种为枫香树、青冈、建始槭等, 说明壳斗科、榆科、槭树科 Aceraceae 等在亚热带和北温带分布边界上优势显著, 可考虑今后的造林作用。紫楠群落当前相对稳定, 但非优势种数量的不断扩张可能会破坏未来群落的稳定性^[21]。枫香树、红柴枝虽处于乔木层顶层, 但种群数量严重不足, 已处于演替后期, 最终会从群落中衰退; 而紫楠种群幼树数量庞大, 且林下更新能力强, 生物量积累迅速^[22], 其较大的生态位空间势必占据未来群落的主导地位。

生物多样性与生态系统功能关系密切, 生物多样性减少引起的生态系统恶化主要体现在物种多样性和功能多样性水平的降低上^[23]。从群落的物种多样性看: 群落内乔木层物种少数量多, 部分单寡种优势度显著; 草本层物种多数量少, 个体分配均匀; 整体多样性水平良好, 符合北亚热带山地的性质^[24]; 但从群落的功能多样性看, 群落内物种间性状差异较小, 具有相似功能性状的物种往往具有相似的资源需求^[25], 这就导致种间互补利用资源的能力变小, 群落内各物种对于区域内全部的有效资源利用率变低, 物种的多度减少, 生态可持续能力降低。

因此, 为促进宝华山自然保护区紫楠群落向自然稳定的方向发展, 应增加森林巡护, 设置隔离带以减少人为干扰引起的外来种(如一年蓬 *Erigeron annuus* 和小蓬草 *Erigeron canadensis* 等植物)入侵^[26]; 适当择伐生长势弱的个体, 如一些枫香树的老树、病树等, 减少群落内养分争夺与多样性流失; 适当加植有利于紫楠群落发展的北亚热带山地典型植被, 如青冈、建始槭、油茶等, 从而改善群落结构, 促进林分更新, 提高当地生态环境的自我修复能力。

4 致谢

宝华镇政府与宝华山国家森林公园管委会在野外调查中给予大力支持, 南京林业大学植物学树木组赵洋、熊中人、刘伟琪、裴思妍等研究生与陈昕、陈林、伊贤贵等老师在野外调查、数据整理及论文撰写中给予极大帮助!

5 参考文献

- [1] 刘虎, 刘敏, 汤雯, 等. 紫楠木材的构造特征[J]. 东北林业大学学报, 2017, **45**(2): 53 – 56.
LIU Hu, LIU Min, TANG Wen, *et al.* Wood structural characteristics of *Phoebe shearereri* [J]. *J Northeast For Univ*, 2017, **45**(2): 53 – 56.
- [2] DING Wen, NING Liping, LI Mei, *et al.* Chemical constituents of the essential oil extracted from *Phoebe shearereri* [J]. *Chem Nat Compd*, 2018, **54**(1): 191 – 192.
- [3] Song Y, Yao X, Tan Y, *et al.* Comparative analysis of complete chloroplast genome sequences of two subtropical trees, *Phoebe shearereri*, and *Phoebe omeiensis*, (Lauraceae) [J]. *Tree Genet Genomes*, 2017, **13**(6): 1 – 10.
- [4] 李军, 陆云峰, 杨安娜, 等. 紫楠天然群落物种多样性对不同干扰强度的响应[J]. 浙江农林大学学报, 2019, **36**(2): 279 – 288.
LI Jun, LU Yunfeng, YANG Anna, *et al.* Species diversity of natural *Phoebe shearereri* communities with different disturbance intensities [J]. *J Zhejiang A&F Univ*, 2019, **36**(2): 279 – 288.
- [5] 韦苏晏, 吴宝成, 田方, 等. 江苏宝华山山区药用维管植物资源组成分析[J]. 植物资源与环境学报, 2016, **25**(2): 100 – 110.
WEI Suyan, WU Baocheng, TIAN Fang, *et al.* Analysis on resource composition of medicinal vascular plants in Mt. Baohua of Jiangsu Province [J]. *J Plant Resour Environ*, 2016, **25**(2): 100 – 110.
- [6] 张晓晨, 赵洋, 熊中人, 等. 宝华山青冈种群年龄结构及点格局分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, **42**(6): 77 – 83.
ZHANG Xiaocheng, ZHAO Yang, XIONG Zhongren, *et al.* Population age structure and spatial point pattern of *Cyclobalanopsis glauca* in Baohua Mountain, Jiangsu Province [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2018, **42**(6): 77 – 83.
- [7] 从睿, 张开文, 谢梦梦, 等. 江苏宝华山红柴枝群落组成结构及多样性分析[J]. 四川农业大学学报, 2017, **35**(2): 213 – 219.
CONG Rui, ZHANG Kaiwen, XIE Mengmeng, *et al.* Community composition structure and diversity of *Meliosma oldhamii* Maxim. in the Baohua Mountain of Jiangsu Province [J]. *J Sichuan Agric Univ*, 2017, **35**(2): 213 – 219.
- [8] 邓送求, 闫家锋, 关庆伟. 宝华山紫楠风景林林分空间结构分析[J]. 东北林业大学学报, 2010, **38**(4): 29 – 32.
DENG Songqiu, YAN Jiafeng, GUAN Qingwei. Spatial structure of scenic forest of *Phoebe shearereri* in Baohuashan, Jiangsu Province [J]. *J Northeast For Univ*, 2010, **38**(4): 29 – 32.
- [9] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范[J]. 生物多样性, 2009, **17**(6): 533 – 548.
FANG Jingyun, WANG Xiangping, SHEN Zehao, *et al.* Methods and protocols for plant community inventory [J]. *Biodiversity Sci*, 2009, **17**(6): 533 – 548.
- [10] 赵小娜, 秦浩, 张峰. 山西文峪河上中游森林群落多样性[J]. 生态学报, 2017, **37**(4): 1093 – 1102.
ZHAO Xiaona, QIN Hao, ZHANG Feng. Diversity of forest communities in the upstream and middle reaches of the Wenyu River watershed, Shanxi [J]. *Acta Ecol Sin*, 2017, **37**(4): 1093 – 1102.
- [11] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, **13**(增刊IV): 1 – 139.
WU Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1991, **13**(suppl 4): 1 – 139.
- [12] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996.
- [13] 温远光. 大明山森林群落的频度分析[J]. 广西农业大学学报, 1998, **17**(2): 195 – 198.
WEN Yuanguang. Frequency analysis of forest communities in Daming Mountain [J]. *J Guangxi Agric Univ*, 1998, **17**(2): 195 – 198.
- [14] 李翔, 侯璐, 李双喜, 等. 濒危树种庙台槭种群数量特征及动态分析[J]. 植物科学学报, 2018, **36**(4): 524 – 533.
LI Xiang, HOU Lu, LI Shuangxi, *et al.* Population quantitative characteristics and dynamic analysis of the endangered plant *Acer miaotaiense* [J]. *Plant Sci J*, 2018, **36**(4): 524 – 533.
- [15] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法(I) α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, **2**(4): 231 – 239.
MA Keping, LIU Yuming. Measuring methods of biodiversity (I) Measuring methods of α diversity [J]. *Biodiversity Sci*, 1994, **2**(4): 231 – 239.

- [16] MASON N, MOUILLOT D, LEE W G, *et al.* Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity [J]. *Oikos*, 2005, **111**(1): 112 – 118.
- [17] 陈瑞冰, 张光富, 刘娟, 等. 江苏宝华山国家森林公园珍稀植物的濒危等级及优先保护[J]. 生态与农村环境学报, 2015, **31**(2): 174 – 179.
CHEN Ruibing, ZHANG Guangfu, LIU Juan, *et al.* Endangerment grade and protection priority of rare plant species in Baohuashan National Forest Park, Jiangsu Province [J]. *J Ecol Rural Environ*, 2015, **31**(2): 174 – 179.
- [18] 辛建攀, 田如男. 南京宁镇山脉南支蕨类植物区系及园林应用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, **41**(3): 182 – 188.
XIN Jianpan, TIAN Runan. Fern flora on the southern branch of Ningzhen Mountains in Nanjing and its garden application [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2017, **41**(3): 182 – 188.
- [19] 王金虎, 郝日明, 汤庚国. 江苏蕨类植物区系[J]. 云南植物研究, 2007, **29**(2): 137 – 144.
WANG Jinhui, HAO Riming, TANG Genguo. Study on the Pteridoflora of Jiangsu Province, East China [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2007, **29**(2): 137 – 144.
- [20] 王中生, 邓懋彬, 杨一鸣. 江苏宜兴维管植物区系分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2001, **25**(5): 40 – 44.
WANG Zhongsheng, DENG Maobin, YANG Yiming. Analysis of vascular-plant flora at Yixing, Jiangsu Province [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2001, **25**(5): 40 – 44.
- [21] 简小枚, 税伟, 王亚楠, 等. 重度退化的喀斯特天坑草地物种多样性及群落稳定性: 以云南沾益退化天坑为例[J]. 生态学报, 2018, **38**(13): 4704 – 4714.
JIAN Xiaomei, SHUI Wei, WANG Yanan, *et al.* Species diversity and stability of grassland plant community in heavily-degraded karst tiankeng: a case study of Zhanyitiankeng in Yunnan, China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2018, **38**(13): 4704 – 4714.
- [22] 周俊宏, 成向荣, 虞木奎, 等. 紫楠幼苗生长、叶性状和生物量分配对林窗不同生境的响应[J]. 东北林业大学学报, 2015, **43**(12): 21 – 24, 50.
ZHOU Junhong, CHENG Xiangrong, YU Mukui, *et al.* Responses of growth, leaf traits and biomass allocation of *Phoebe sheareri* seedlings to different habitats in forest gap [J]. *J Northeast For Univ*, 2015, **43**(12): 21 – 24, 50.
- [23] CORLETT R. 生物多样性和生态系统服务: 实现东亚热带和亚热带的生态安全[J]. 生物多样性, 2018, **26**(7): 766 – 774.
CORLETT R. Biodiversity and ecosystem services: towards ecological security in tropical and subtropical East Asia [J]. *Biodiversity Sci*, 2018, **26**(7): 766 – 774.
- [24] 陈云, 郭凌, 姚成亮, 等. 暖温带—北亚热带过渡区落叶阔叶林群落特征[J]. 生态学报, 2017, **37**(17): 5602 – 5611.
CHEN Yun, GUO Ling, YAO Chengliang, *et al.* Community characteristics of a deciduous broad-leaved forest in a temperate subtropical ecological transition zone [J]. *Acta Ecol Sin*, 2017, **37**(17): 5602 – 5611.
- [25] 刘晓娟, 马克平. 植物功能性状研究进展[J]. 中国科学: 生命科学, 2015, **45**(4): 325 – 339.
LIU Xiaojuan, MA Keping. Plant functional traits-concepts, applications and future directions [J]. *Sci Sin Vitae*, 2015, **45**(4): 325 – 339.
- [26] 董红云, 李亚, 汪庆, 等. 江苏省 3 个自然保护区外来入侵植物的调查及分析[J]. 植物资源与环境学报, 2010, **19**(1): 86 – 91.
DONG Hongyun, LI Ya, WANG Qing, *et al.* Investigation and analysis on alien invasive plants in three nature reserves of Jiangsu Province [J]. *J Plant Resour Environ*, 2010, **19**(1): 86 – 91.